



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZU

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS

ANTEPROYECTO DE PROYECTO FINAL DE GRADO

DISEÑO DE UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN SEGURA Y EFICIENTE PARA LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y MANDO DE LAS ESTACIONES Y SUBESTACIONES DEL SISTEMA CENTRO DE LA ANDE.

Especialidad: Ingeniería en Electricidad.

Autor: Roberto Mercado Giménez.

Firma autor:

AÑO 2017

Contenido

1. Introducción	5
2. Planteamiento y Formulación del Problema.....	7
3. Justificación	9
4. Objetivos	10
4.1. Objetivo General.....	10
4.2. Objetivos Específicos.....	10
5. Marco Teórico	11
5.1. Teorías básicas.....	11
5.1.1. Sistemas Eléctricos de Potencia.....	11
5.1.1.1. Generación	12
5.1.1.2. Transmisión	12
5.1.1.3. Subestaciones.....	12
5.1.1.4. Distribución	12
5.1.1.5. Consumo.....	13
5.1.2. Estaciones y Subestaciones Eléctricas.....	13
5.1.2.1. Funciones principales de las Subestaciones	14
5.1.2.2. Tipos de Subestaciones	14
5.1.2.3. Subestaciones elevadoras	14
5.1.2.4. Subestaciones receptora de transmisión.....	14
5.1.2.5. Subestaciones de subtransmisión	15
5.1.2.6. Subestaciones del consumidor.....	15
5.1.2.7. Clasificación de las Subestaciones	15
5.1.2.7.1. Clasificación basada en su configuración	15
5.1.3. Componentes principales de una Subestación	15
5.1.3.1. Equipo de campo.....	15
5.1.3.2. Equipo de tablero.....	16
5.1.3.3. Servicios complementarios	16
5.1.4. Definición de los equipos primarios	17
5.1.4.1. Transformador.....	17
5.1.4.2. Interruptores	17
5.1.4.3. Cuchillas desconectadoras	18
5.1.4.4. Apartarrayos	18

5.1.4.5.	Tableros dúplex	18
5.1.5.	Origen de fallas en Subestaciones	19
5.1.5.1.	Sobretensiones	19
5.1.5.2.	Sobrecargas	19
5.1.5.3.	Falla Eléctrica	20
5.1.5.4.	Cortocircuito	20
5.1.6.	Equipos para detectar fallas y eliminar sus efectos	21
5.1.7.	Servicios Auxiliares	22
5.1.7.1.	Criterios básicos	23
5.1.7.1.1.	Servicios Auxiliares (SSAA) de 110 V c.c.	23
5.1.7.1.2.	Servicios Auxiliares (SSAA) de 48 V c.c.	24
5.1.8.	Banco de baterías	24
5.1.8.1.	Campo de aplicación.....	25
5.1.8.2.	Definiciones	25
5.1.8.3.	Características constructivas y dimensiones	26
5.1.8.4.	Conexionado de las baterías	27
5.1.8.5.	Bastidor	28
5.1.8.6.	Tipos de baterías	28
5.1.8.7.	Vida útil de las baterías	28
5.1.8.8.	Materias de construcción de las baterías	29
5.1.8.9.	Ensayos aplicados a baterías según Normas.....	29
5.1.8.9.1.	Preparación de las baterías para el test.....	29
5.1.8.9.2.	Ensayos de tipo.....	30
5.1.8.9.3.	Ensayos de rutina	30
5.1.8.9.4.	Ensayos de recepción.....	30
5.1.8.10.	Condiciones ambientales	31
5.1.9.	Cargador de baterías	31
5.1.9.1.	Tipos de cargadores de batería	32
5.1.9.2.	Tablero de control.....	32
5.1.9.3.	Tipos de control	34
5.1.9.4.	Tipos de señalización	34
5.1.9.4.1.	Diagrama mímico	35
5.1.9.4.2.	Cuadro de alarmas	35

5.1.9.4.3.	Control remoto.....	36
5.1.10.	Fuentes alternativas.....	38
5.1.11.	Grupo Generador de Emergencia.....	39
5.1.11.1.	Descripción general.....	39
5.1.11.1.1.	Arranque manual o automático	40
5.1.11.1.2.	Energía solar	41
5.1.11.1.3.	Paneles solares.....	41
5.1.11.1.4.	Principio de funcionamiento.....	42
5.1.11.1.5.	Estructura.....	42
5.1.11.1.6.	Ventajas del uso	43
5.2.	Definición de Términos Básicos.....	44
6.	Métodos y técnicas a utilizar.....	45
6.1.	Tipo de Investigación	45
6.2.	Técnicas e instrumentos de recolección de Datos.....	45
6.3.	Fases metodológicas	45
•	Fase I: Recolección de datos y análisis estadísticos.....	45
•	Fase II: Identificación de combinaciones posibles de las fuentes de alimentación. .46	
•	Fase III: Comparación de combinaciones de fuentes, como alternativas, de alimentación de los sistemas de protección y mando de las Estaciones y Subestaciones y sus costos.....	46
•	Fase IV: Esquematización del circuito de combinación de fuentes de alimentación más conveniente encontrada.	47
•	Fase V: Diseño de la alternativa técnica y económicamente más viable.....	47
7.	Recursos Necesarios para elaboración del proyecto	48
8.	Cronograma de Actividades.....	50
9.	Bibliografía.....	51
10.	Anexos	52

1. Introducción

El sector eléctrico de Paraguay se caracteriza por la existencia de una única empresa eléctrica integrada verticalmente, la Administración Nacional de Electricidad (ANDE), ente autárquico, propiedad del Estado Paraguayo, que tiene el objetivo de prestar el servicio público de electricidad, en todo el territorio nacional. (ANDE) tiene el monopolio de la explotación de los sistemas de abastecimiento eléctrico de generación, transmisión y distribución.

Para la transmisión de la energía se utilizan altas tensiones que luego necesitan ser reducidas en las Estaciones y Subestaciones. Estos locales se componen de varios equipos de operación controlados por sistemas de protección y mando con alimentación en corriente continuo de 110 V, alimentado por baterías y rectificadores.

La eficiencia del servicio necesita de alimentación permanente de los sistemas de protección y mando para lo cual se utilizan fuentes combinadas (principal y respaldo). En los casos de simultaneidad de fallas, la falta de protección es una situación inadmisibles en estos equipos por la consecuencia que puede ocasionar. En la zona Centro de la (ANDE) se encuentran 13 (trece) locales de Estaciones y Subestaciones, en las cuales durante el periodo 2015, 2016 y parte del 2017 se han registrado 25 reclamos de casos de fallas de estas fuentes.

En este trabajo se busca diseñar un modelo de fuente de alimentación que garantice el suministro de energía permanente y eficiente a los sistemas de protección y mando de los equipos de potencia en Estaciones y Subestaciones.

En vista de ocurrencia de fallas en las fuentes de alimentación en servicio, se analiza las combinaciones existentes y adicionales para el tratamiento del problema, por medio de registros estadísticos asentados en planillas y evaluadas mediante programas informáticos. La evaluación de las características técnicas y económicas de las alternativas de fuentes de alimentación se realizara mediante la consulta con proveedores, revisión de catálogos e investigaciones bibliográficas en páginas web.

La representación de la alternativa encontrada se asentara en circuitos, para tal efecto se utilizaran software, como ser; Cade Simu y PowerWorld.

Con este trabajo se pretende presentar una alternativa de fuente de alimentación más eficiente para los sistemas de protección y mando en Estaciones y Subestaciones. Beneficiando directamente a la empresa prestadora de servicio eléctrico ANDE y los clientes que ante irregularidades en el servicio, son los principales afectados.

2. Planteamiento y Formulación del Problema

La Administración Nacional de Electricidad (ANDE) es una empresa pública de Paraguay destinada a operar el sistema de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica, así como parte de la generación del País. La misma subdivide su área de influencia en cinco Sistemas. Uno de ellos es el Sistema Centro que abarca los Departamentos de Caazapá, Guaira, Caaguazú y San Pedro. Este sistema está integrado por 13 (trece). Estaciones y Subestaciones que cuentan con Servicios Auxiliares que se encargan del suministro de energía a los sistemas de protección y mando de los equipos de protección y maniobra, los cuales tienen una importancia crítica, debiendo asegurarse la alimentación permanente de los mismos. Este suministro de energía se realiza mediante un sistema de alimentación en 110 V en corriente continua.

El sistema de alimentación 110 V c.c. se basa en el uso de equipos rectificador-batería, rectificadores en forma principal y banco de baterías en forma de respaldo, y en los casos de falta de tensión en barras de 23 KV entran los generadores de emergencia. Estos equipos rectificadores-batería deben asegurar que aún en el caso de la pérdida total de la corriente alterna, incluso el G.E., esos sistemas críticos continuarán en servicio durante unas horas para mantener activo los sistemas de protección y mando.

En la actualidad el 69% de las Estaciones y Subestaciones del sistema Centro no cuentan con generador de emergencia y solo el 30% de esos locales cuentan con cobertura continua de operadores¹. Mientras que una estadística de los reclamos recibidos por fallas en las fuentes de alimentación de los Servicios Auxiliares en el Departamento de Transmisión Centro revela que entre el periodo 2015, 2016 y parte del 2017, el 52% de las fallas son dadas por el rectificador y el 14% de las fallas se producen en los bancos de baterías (en el anexo 1 se puede observar los resultados estadísticos). Se entiende que aun cuando falle el sistema principal de alimentación que son los rectificadores, no tendría que haber fallas en el banco de baterías, sin embargo también se registran reclamos por fallas en la alimentación de respaldo.

¹ División de Planificación General - ANDE

Eso significa que en algún momento puede darse el caso de la simultaneidad de problemas rectificador-batería. Situación por la cual la Estación Caaguazú (ES-CZU) ha sufrido ya un antecedente originado por la falta de corriente continua en los Servicios Auxiliares, originado principalmente por la falla del rectificador dejando al sistema sobre la autonomía del banco de baterías. La falla derivó a la pérdida de la unidad de potencia dejando sin energía eléctrica a más de 98.136 usuarios en esa ocasión.

Estos datos estadísticos revelan que en el transcurso de esos años se tuvo problemas en las fuentes de alimentación de los Servicios Auxiliares y actuaron los respaldos pero aun con estos dos sistemas puede darse el caso de la simultaneidad de problemas, con el agravante que no se cuenta con cobertura continua de operadores en gran parte de las Estaciones y Subestaciones para un auxilio inmediato, dejando al sistema bajo ese riesgo de simultaneidad de fallas.

Teniendo en cuenta el análisis previamente, nos lleva a plantear la siguiente pregunta.

¿Cuál sería una alternativa de fuente complementaria o combinación de las fuentes que garantice la alimentación continua y eficiente de los sistemas de protección y mando de las Estaciones y Subestaciones del Sistema Centro de la ANDE?

¿Cuál será el mejor diseño que complemente al sistema con bajo niveles de riesgos de simultaneidad?

3. Justificación

Las fuentes de alimentación de los sistemas de protección y mando son indispensables en las Estaciones y Subestaciones. Este sistema funciona mediante alimentaciones por rectificadores y banco de baterías que pueden registrar fallas, como se ha podido encontrar en los registros de las Estaciones del Sistema Centro (periodo 2015, 2016 y parte del 2017, 25 reclamaciones). Por los cuales es necesario minimizar estas fallas y así evitar situaciones anormales en el sistema, fundamentalmente para la protección de los equipos de potencia pues una falla en el sistema de protección puede ocasionar consecuencias impredecibles.

Diseñando una mejor alternativa de fuente complementaria o combinación con otras fuentes de abastecimiento de energía, se lograra asegurar el suministro de alimentación de los sistemas de protección y mando. Con tal fin se busca otras alternativas para garantizar la alimentación permanente de los sistemas de protección y mando de los equipos de potencia.

Las Estaciones y Subestaciones desarrollan un papel fundamental dentro del Sistema Eléctrico de Potencia por tanto es imprescindible garantizar el normal funcionamiento de alimentación de los sistemas de protección y mando aun en los horarios no vigilados. Los principales beneficiarios con este proyecto serán la empresa prestadora de servicio eléctrico (ANDE) y los clientes que son los principales afectados en el caso de una deficiencia en el servicio.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Diseñar una fuente de alimentación segura y eficiente para los sistemas de protección y mando de las Estaciones y Subestaciones del Sistema Centro de la ANDE.

4.2. Objetivos Específicos

- Recolectar datos de fallas de las fuentes de alimentación de los sistemas de protección y mando registrados en las Subestaciones del Sistema Centro.
- Identificar combinaciones posibles de las fuentes de alimentación de los sistemas de protección y mando.
- Comparar combinaciones de fuentes, como alternativas, de alimentación de los sistemas de protección y mando en las Estaciones y Subestaciones y sus costos.
- Esquematizar el circuito de la combinación de fuentes de alimentación de los sistemas de protección y mando en las Estaciones y Subestaciones, más conveniente.
- Diseñar la alternativa técnica y económicamente más viable de fuentes de alimentación de los sistemas de protección y mando en las Estaciones y Subestaciones del Sistema Centro de la ANDE.

5. Marco Teórico

5.1. Teorías básicas

5.1.1. Sistemas Eléctricos de Potencia

Los sistemas eléctricos de potencia (SEP) son claves para el bienestar y el progreso de la sociedad moderna. Éstos permiten el suministro de energía eléctrica con la calidad adecuada para manejar motores, iluminar hogares y calles, hacer funcionar plantas de manufacturas, negocios, así como para proporcionar potencia a los sistemas de comunicaciones y de cómputo. El punto de inicio de los sistemas eléctricos son las plantas generadoras que convierten energía mecánica a energía eléctrica; ésta energía es entonces transmitida a grandes distancias hacia los grandes centros de consumo mediante sistemas de transmisión; finalmente, es entregada a los usuarios mediante redes de distribución. [1]

El suministro de energía en forma confiable y con calidad es fundamental; ya que cualquier interrupción en el servicio o la entrega de energía de mala calidad causarán inconvenientes mayores a los usuarios, podrán llevar a situaciones de riesgo y, a nivel industrial, ocasionarán severos problemas técnicos y de producción. Invariablemente, en tales circunstancias, la pérdida del suministro repercute en grandes pérdidas económicas.

El objetivo de un SEP es el de suministrar la potencia eléctrica a las cargas con buena calidad y al menor costo posible.

Un sistema eléctrico está compuesto, en términos generales, por los siguientes subsistemas:

- Generación de energía.
- Transmisión.
- Subestaciones.
- Distribución.
- Consumo.

Por razones técnico-económicas, la energía se genera, transmite y distribuye, en forma trifásica.

5.1.1.1. Generación

La energía eléctrica se genera en las Centrales Eléctricas. Una central eléctrica es una instalación que utiliza una fuente de energía primaria para hacer girar una turbina que, a su vez, hace girar un alternador, que produce energía en corriente alterna sinusoidal a voltajes intermedios, entre 6.000 y 23.000 Voltios.

- Centrales hidroeléctricas.
- Centrales termoeléctricas.
- Centrales de gas.
- Centrales eólicas.

5.1.1.2. Transmisión

La energía se transporta, frecuentemente a gran distancia de su centro de producción, a través de la Red de Transporte, encargada de enlazar las centrales con los puntos de utilización de energía eléctrica. Para un uso racional de la electricidad es necesario que las líneas de transporte estén interconectadas entre sí con estructura de forma mallada, de manera que puedan transportar electricidad entre puntos muy alejados, en cualquier sentido. Estas líneas están generalmente construidas sobre grandes torres metálicas y a tensiones superiores a 66.000 Voltios.

5.1.1.3. Subestaciones

Las instalaciones llamadas subestaciones son plantas transformadoras que se encuentran junto a las centrales generadoras (Subestación elevadora) y en la periferia de las diversas zonas de consumo (Subestación reductora), enlazadas entre ellas por la Red de Transporté.

5.1.1.4. Distribución

Las redes de distribución de energía se encuentran en áreas urbanas y rurales, pueden ser aéreas, o subterráneas (estéticamente mejores, pero más

costosas). La red de distribución está formada por la red en MT (suele estar comprendida entre 6.000 a 23.000 Voltios) y en BT (380/220 V).

5.1.1.5. Consumo

En los centros de consumo de la energía eléctrica, este se puede realizar en baja o alta tensión.

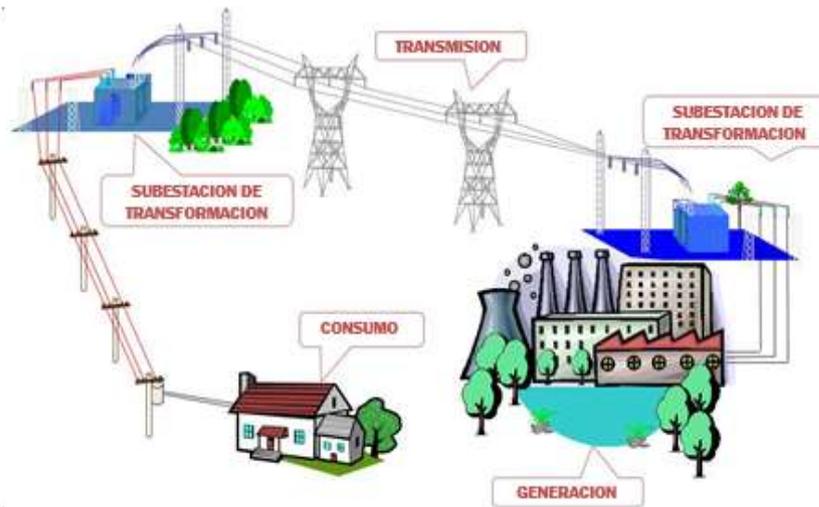


Figura 1: Proceso de Generación, Transmisión y Distribución de la Energía.

5.1.2. Estaciones y Subestaciones Eléctricas

Una subestación eléctrica es un conjunto de máquinas, aparatos y circuitos, que tienen la función de modificar los parámetros de potencia eléctrica (corriente y voltaje) y de proveer un medio de interconexión y despacho entre las diferentes líneas de un sistema, permitiendo el control del flujo de energía, brindando seguridad para el sistema eléctrico, para los mismos equipos y para el personal de operación y mantenimiento.

En toda instalación industrial o comercial es indispensable el uso de la energía, la continuidad de servicio y calidad de la energía consumida por los diferentes equipos, así como la requerida para la iluminación, es por esto que las subestaciones eléctricas son necesarias para lograr una mayor productividad. En las grandes ciudades densamente pobladas, cada día es más notoria la necesidad de abastecer demandas de energía eléctrica que por sus características es

imperioso satisfacerlas utilizando sistemas de alta tensión, lo que hace imprescindible la instalación de Subestaciones para esas tensiones. [2]

5.1.2.1. Funciones principales de las Subestaciones

Las subestaciones eléctricas son parte integral de un sistema de potencia y forma eslabones importantes entre las centrales de generación, los sistemas de transmisión, los sistemas de distribución y las cargas o usuarios, sus funciones principales son las siguientes:

- Alimentar o proporcionar la potencia eléctrica requerida por los consumidores en forma continua e ininterrumpida.
- Cubrir geográficamente lo máximo que requiere el suministro de la red.
- Dar la máxima seguridad del suministro.
- Acortar lo más posible la duración de las fallas.
- Contribuir a la máxima eficiencia de las plantas y de la red.
- Alimentar la potencia eléctrica dentro de los límites especificados de voltaje.

5.1.2.2. Tipos de Subestaciones

Las subestaciones se pueden denominar de acuerdo con el tipo de función que desarrollan a continuación se presentan cada una de ella. [2]

5.1.2.3. Subestaciones elevadoras

Estas subestaciones se construyen normalmente como parte de las centrales generadoras de energía eléctrica, cuya función es elevar los niveles de tensión proporcionados por los generadores para transmitir la potencia generada a los puntos de interconexión de la red o a los grandes centros de consumo. [2]

5.1.2.4. Subestaciones receptora de transmisión

Es aquella que se construye en la proximidad de los grandes bloques de carga y está conectada a través de líneas de transmisión. La subestación central de transmisión es otra subestación receptora intermedia. [2]

5.1.2.5. Subestaciones de subtransmisión

Es aquella construida en general en el centro de los grandes bloques de carga, está alimentada por la subestación receptora, de donde salen los alimentadores de distribución primarios, alimentando directamente los transformadores de distribución y/o las subestaciones del consumidor. [2]

5.1.2.6. Subestaciones del consumidor

Generalmente son aquellas construidas en propiedades particulares, alimentadas por medio de alimentadores de distribución primaria, que parten de las subestaciones de subtransmisión y que alimentan los puntos finales de consumo. [2]

5.1.2.7. Clasificación de las Subestaciones

Las subestaciones se pueden clasificar de distintas formas a continuación se describirá cada una de ellas.

5.1.2.7.1. Clasificación basada en su configuración

- Las subestaciones convencionales aisladas en aire.
- Las subestaciones aisladas en Hexafluoruro de azufre (SF6)
- Las subestaciones híbridas compuestas por ambos tipos.

5.1.3. Componentes principales de una Subestación

En la mayoría de las Subestaciones del Tipo Convencional tipo industrial se encuentran además de las estructuras y soportes que facilitan la llegada y salida de las líneas, un conjunto denominado "elementos principales de la subestación". Estos elementos se clasifican en 3 Categorías:

5.1.3.1. Equipo de campo

Son elementos constitutivos del sistema de potencia que se encuentran instalados en el patio de conexiones, generalmente a la intemperie, estando expuestos a las condiciones ambientales. Son estos:

Transformador de Corriente (TC).

Transformador de Potencial (TP).

Transformador de Potencia.

Interruptor (52).

Seccionador (93).

Pararrayos (AP).

Trampa de onda (T.O.).

Herrajes y Estructuras.

El espacio ocupado por el conjunto de equipos pertenecientes a una misma salida de la subestación se denomina "Campo" o "Bahía", por ejemplo Campo de Línea, Bahía de Transformador.

5.1.3.2. Equipo de tablero

Son todos los elementos de control, medición y protección, indicadores luminosos y alarmas, instalados en el cuarto de control y soportados por los tableros de la subestación. Su función es facilitar la supervisión y manejo de la subestación, por parte del operador, actualmente este tipo de enfoques se está cambiando por la automatización de Subestación, donde en un 100% la misma puede ser monitoreada y controlada a distancia desde los Centros de Operación y Control.

5.1.3.3. Servicios complementarios

Es el conjunto de instalaciones formadas por las fuentes de alimentación de corriente continua y de corriente alterna, de baja tensión que se utilizan para energizar los sistemas de control, protección, señalización, alarmas y alumbrado de una subestación, así como el sistema contra incendio. Las partes del sistema auxiliar son las siguientes:

Servicio de DC: Interruptores, tableros, baterías, alumbrado de emergencia, cargadores.

Servicio AC: Calefacción, alumbrado, aire acondicionado, ventilación, sistemas contra incendio, etc.

Otros:

- Caseta de control.
- Malla de tierra.
- Sistema de apantallamiento.

5.1.4. Definición de los equipos primarios

Los equipos primarios en las subestaciones, como su nombre lo indica, es la parte más importante ya que de estos depende la calidad y el servicio de la energía eléctrica que será entregada al cliente. Cada uno de ellos elabora un papel muy importante en el sistema eléctrico nacional, desde los transformadores, capaces de transformar diferentes valores de voltaje-corriente, hasta los interruptores, que son muy utilizados para proteger y realizar maniobras para mantener los demás equipos en buen estado.

5.1.4.1. Transformador

El transformador es un dispositivo electromagnético estático que permite partiendo de una tensión alterna conectada a su entrada, obtener otra tensión alterna mayor o menor que la anterior en la salida del transformador. Permiten así proporcionar una tensión adecuada a las características de los receptores. También son fundamentales para el transporte de energía eléctrica a largas distancias a tensiones altas, con mínimas pérdidas y conductores de secciones moderadas.

5.1.4.2. Interruptores

Su función es la conexión y desconexión automática durante condiciones de operaciones normales o anormales (cortocircuito). Se construyen para alta tensión, media y baja tensión. Se pueden clasificar en la forma más común, por la manera en cómo se extingue el arco eléctrico, y pueden ser:

En alta y extra tensión: Interruptores en gran volumen de aceite, interruptores en pequeño volumen de aceite, interruptores neumáticos, interruptores en Hexafluoruro de Azufre (SF₆).

Interruptores en media y baja tensión: Gran volumen de aceite, en vacío, en aire con soplo magnético, interruptores termomagnéticos, interruptores, electromagnéticos.

5.1.4.3. Cuchillas desconectadoras

Su función es la desconexión de circuitos y/o partes de la instalación en condiciones de vacío, por seguridad y para aislamiento físico o mantenimiento. Existen varios tipos de cuchillas en cuanto a diseño se refiere, con variantes por aplicación por nivel de tensión o funcionalidad, pero en general la mayoría de las variantes se encuentra en alta tensión y extra alta tensión, y su mayor efecto en el diseño de las subestaciones eléctricas, además del arreglo de barras de la subestación en las dimensiones físicas. Las cuchillas desconectadoras (llamados también **Seccionadores**) son interruptores de una subestación o circuitos eléctricos que protegen a una subestación de cargas eléctricas demasiado elevadas. Son muy utilizadas en las centrales de transformación de energía eléctrica de cada ciudad.

5.1.4.4. Apartarrayos

El apartarrayos, es un dispositivo que se encuentra conectado permanentemente en el sistema, opera cuando se presenta una sobretensión de determinada magnitud, descargando la corriente a tierra. Su principio general de operación se basa en la formación de un arco eléctrico entre dos explosores cuya operación está determinada de antemano de acuerdo a la tensión a la que va a operar. Se fabrican diferentes tipos de apartarrayos, basados en el principio general de operación; por ejemplo: los más empleados son los conocidos como “apartarrayos tipo auto valvular” y “apartarrayos de resistencia variable”.

5.1.4.5. Tableros dúplex

Es el conjunto de gabinetes modulares utilizados para instalar los diferentes equipos de medición, protección y mecanismos de control de la subestación, además tiene instalados los sistemas de mandos para efectuar las diferentes maniobras de control de una subestación cuando sea necesario en forma manual. Generalmente se instalan los elementos en el tablero dúplex:

- Relevadores de protección.

- Cuadro de alarmas.
- Conmutadores de control.
- Conmutadores de medición.
- Equipos de medición.
- Equipo de control supervisora.
- Mecanismos de control de interruptores.
- Señalización de estado de los interruptores.

También los tableros dúplex de una subestación, tienen por objeto soportar los aparatos de control, medición, protección, diagrama unifilar mímico y los diferentes indicadores luminosos que representan el estado de los equipos de una subestación, normalmente en la parte frontal se colocan los equipos de medición y control y la parte posterior para la protección.

5.1.5. Origen de fallas en Subestaciones

5.1.5.1. Sobretensiones

Las sobretensiones son cualquier valor de tensión entre fase y tierra, cuyo valor pico, es mayor que la tensión máxima del sistema. La tensión en el sistema eléctrico de potencia es variable, dependiendo de las condiciones del sistema, estas variaciones están limitadas por las características de los equipos, tensión nominal, tensión máxima.

5.1.5.2. Sobrecargas

Se dice que un equipo está en sobre cargado cuando la corriente es mayor que el valor de la corriente nominal. De acuerdo a la duración de las sobrecargas estas son clasificadas en: Sobrecargas Breves y Duraderas. Una sobre carga puede ser causada por una gran diversidad de situaciones, pero las más comunes son:

5.1.5.3. Falla Eléctrica

Una falla es una condición que impide la operación de uno o más equipos de un sistema y que permitiera de la rápida intervención de los sistemas de protección para evitar el daño de los equipos.

Las estadísticas de fallas, consiste en un registro continuo de las fallas que se presentan en un sistema. El registro de fallas sirve para establecer programas de mantenimiento, y para planificaciones futuras. Según *CADAFE*, la definición arbitraria de falla es:

Se considera una falla a aquel evento que:

- Produzca la apertura de un interruptor (automáticamente).
- Error de operación de un interruptor o seccionador.
- Cualquier interrupción del servicio no planificado.

Una falla eléctrica implica dos posibles estados, una falta de aislación que se traduce en un cortocircuito, o una falta de continuidad eléctrica que implica un circuito abierto.

5.1.5.4. Cortocircuito

Un concepto muy simple pero efectivo de cortocircuito, es el que lo define como el fenómeno eléctrico que ocurre cuando dos puntos entre los cuales existe una diferencia de potencial se ponen en contacto entre sí, caracterizándose por la circulación de elevadas magnitudes de corriente hasta el punto de falla.

Según Martí, J. (1975) Un cortocircuito se produce en un sistema eléctrico cuando entra en contacto entre sí o con tierra, conductores energizados correspondientes a distintas fases.

La enciclopedia del CEAC, agrupa bajo el nombre de cortocircuito a todos los defectos provocados por un contacto, bien entre conductor y tierra o cualquier pieza metálica unida a ella o bien entre conductores.

En palabras de este autor, un cortocircuito es el fenómeno transitorio que tiene lugar cuando elementos de un sistema de potencia que poseen una diferencia de

potencia entran en contacto entre sí, provocando una circulación de corriente varias veces mayor a la corriente nominal. La única impedancia que limita la corriente en un cortocircuito es la impedancia vista desde la fuente de generación y el punto de falla. La magnitud de la corriente de cortocircuito es grande, por lo general, es de 5 a 20 veces la capacidad nominal del sistema.

En un cortocircuito un simple, el valor de la corriente, depende del número de generadores conectados y la configuración de la red además del momento en que ocurre la falla, y el tipo de falla; incluyendo otros factores.

5.1.6. Equipos para detectar fallas y eliminar sus efectos

En el objetivo de eliminar las anomalías o fallas de un sistema eléctrico, se incorporan una serie de componentes e instalaciones asociadas con el fin de eliminar completamente los efectos de estas anomalías, esto no es posible y aproximarse a esta solución es muy caro, en la práctica se reduce en lo posible los efectos de las anomalías.

Los equipos utilizados para la detección de las fallas son:

Relés: Son dispositivos que reciben información del sistema, y pueden discriminar condiciones normales y anormales de operación; es básicamente un equipo de detección. Los relés pueden ser de dos tipos:

Relés electromecánicos (Antiguos).

Relés electrónicos.

Fusibles: Son elementos cuya función es detectar sobrecorrientes, su funcionamiento se basa en el hecho que una materia atravesada por una corriente suficientemente grande puede fundir el dispositivo conductor interrumpiendo el paso de la corriente. Los fusibles e interruptores son elementos utilizados para despejar cortocircuitos o sobrecorrientes.

Pararrayos: Son dispositivos limitadores de sobretensión, se basan en el hecho de a partir de un nivel de tensión de ruptura fijado, el pararrayo se hace conductor a tierra, a medida que la sobretensión es mayor a la tensión de ruptura la resistencia que presenta disminuye eliminando rápidamente las sobretensiones.

5.1.7. Servicios Auxiliares

Los servicios auxiliares de una subestación están constituidos fundamentalmente por las fuentes de alimentación y los sistemas de distribución de Energía Eléctrica que son necesarios para asegurar el funcionamiento de la instalación. [3]

Los Servicios Auxiliares pueden dividirse en:

- Servicios Auxiliares de Corriente Alterna.
- Servicios Auxiliares de Corriente Continua.

Los servicios auxiliares de c.a. y c.c. distribuyen la energía necesaria al aparellaje y equipos instalados en la subestación, con la calidad de servicio y la seguridad que son necesarias para su funcionamiento fiable.

En general, desde los servicios auxiliares se alimenta a los siguientes equipos:

- Aparellaje de Alta Tensión.
- Motores asociados a los órganos de maniobra.
- Sistemas de refrigeración de transformadores.
- Circuitos de calefacción de mandos y armarios de intemperie.
- Equipo de Mando y Control.
- Sistemas de Control e Información.
- Equipos de Protección.
- Sistemas de Señalización y Alarma.
- Equipos de Telecontrol.
- Equipos de Telefonía.
- Sistema de comunicaciones.
- Instalaciones anexas.
- Alumbrado y fuerza de la instalación.
- Bombas y elementos auxiliares.
- Puente grúa, herramientas y útiles en general.

5.1.7.1. Criterios básicos

Los Servicios auxiliares de corriente alterna tendrán como tensión de distribución 380/220 V, 50 Hz (tres fases y neutro a tierra en régimen de neutro según esquema TNC). Como criterio general consideraremos disponer siempre de dos alimentaciones independientes más un grupo electrógeno. La función del Grupo de Electrógeno es la de suministrar la energía eléctrica para la alimentación de los servicios auxiliares en el caso de una emergencia ante la pérdida de la AT (> 1 kV) en la instalación. Se le exigirá una autonomía de 8 horas.

Para el caso de la corriente continua distinguimos dos sistemas:

Sistema de 110 V c.c. de alimentación a equipos de protecciones, control, señalización, etc. Este sistema, en general, está diseñado para asumir también los consumos del sistema de fuerza de c.c.

Sistema de 48 V c.c. que alimentará, entre otros, a los equipos de telecomunicaciones, de telecontrol y de control digital.

El alumbrado de emergencia, se realizará con equipos autónomos de encendido automático alimentados de corriente alterna.

5.1.7.1.1. Servicios Auxiliares (SSAA) de 110 V c.c.

Los sistemas de corriente continua tienen la misión de alimentar a los servicios más críticos de la subestación, como la protección y el mando, que debido a su importancia, se debe asegurar su alimentación por todos los medios. Es por ello que el sistema de 110 V c.c. se basa en el uso de equipos rectificador-batería, de dimensionamiento adecuado a la instalación y que alimentarán al Cuadro de Distribución de 110 V c.c. Estos equipos rectificadores-batería aseguran que aún en el caso de la pérdida total de la corriente alterna, incluso G.E., esos sistemas críticos continuarán en servicio durante unas horas, para dar tiempo a la reposición del servicio de alterna o realizar un “cero” controlado de la subestación. [3]

Los servicios alimentados en corriente continua son los siguientes:

- Circuitos de control (interruptores, seccionadores, etc.)
- Circuitos de protección.

- Equipos de tele protección y tele disparo.
- Sistemas de alarmas.
- Sistemas de oscilografía.
- Automatismos.
- Comunicaciones.
- Motores recarga de muelles de interruptores.
- Motores de seccionadores (en ocasiones)
- Contadores de medida.
- Sistema de telecontrol.

De forma general estos sistemas se alimentarán a 110 V c.c. salvo los que tienen que ver con las comunicaciones y el telecontrol que lo harán a 48 V c.c. o incluso tensiones inferiores.

5.1.7.1.2. Servicios Auxiliares (SSAA) de 48 V c.c.

Se encarga de alimentar los equipos de telecomunicaciones, telemando y control digital. Su objetivo es abastecer de energía continua a los equipos mencionados manteniendo una comunicación continua de cada evento registrado, permitiendo el control de los equipos críticos dentro del sistema de mando y protección. [3]

5.1.8. Banco de baterías

El concepto de una batería puede definirse como la de un dispositivo que es capaz de almacenar energía eléctrica para su uso posterior.

El uso común de la palabra batería en términos eléctricos está limitado al dispositivo electroquímico que convierte energía química en eléctrica por una celda galvánica. Una celda galvánica es un dispositivo bastante simple que consiste de dos electrodos de metales diferentes o compuestos metálicos (un ánodo y un cátodo) y una solución electrolítica (usualmente ácida, pero algunos alcalinas).

Las Baterías no hacen la electricidad, la almacenan; así como un tanque de agua almacena el agua para su uso futuro. A medida que los químicos cambian en la batería, la energía eléctrica es almacenada o liberada. En las baterías recargables este proceso puede repetirse muchas veces. Las Baterías no son 100% eficientes, parte de la energía se pierde como disipación de calor y reacciones químicas

mientras se cargan y se descargan. Si usas 1000 Watts de una batería, podría tomar 1050 o 1250 Watts o más para recargarse completamente.

Los bancos de baterías estarán constituidos por un conjunto de vasos de 2 V de baterías plomo ácido conectadas en serie, siendo cada vaso una batería del tipo sellado de recombinación regulada por válvula de electrolito absorbido (VRLA). Las baterías estarán diseñadas para uso estacionario, estando normalmente funcionando en la modalidad de flotación y alimentando las cargas de los servicios auxiliares de tensión continua de la subestación, teniendo que mantener la alimentación de las mismas en el caso de falta de alimentación de tensión alterna que alimenta el cargador de baterías. [4]

5.1.8.1. Campo de aplicación

Estos bancos de baterías suministrarán la energía eléctrica necesaria para bobinas de disparo y cierre de disyuntores, motores de comando, señalización, alarmas, relés de protección, equipos de SSEE e iluminación de emergencia, en casos de falla de los servicios auxiliares de alterna.

5.1.8.2. Definiciones

Celda o Pila: Fuente unitaria de generación de energía eléctrica a partir de energía química, constituida por un electrodo positivo, un electrodo negativo y el electrolito.

Elemento: Conjunto de celdas conectadas en serie de forma tal que la tensión nominal sea de 2 Vcc.

Batería o vaso: Dos o más elementos interconectados y ensamblados en un contenedor único.

Banco de baterías: Conjunto de baterías conectadas en serie para lograr la tensión de continua requerida.

Tensión máxima: Tensión máxima del banco de baterías admisible por los dispositivos alimentados con tensión continua para garantizar su integridad física y su correcto funcionamiento (depende de los dispositivos a conectar, pero

usualmente es del orden del 10% por encima de la tensión nominal, salvo indicación expresa).

Tensión mínima: Tensión mínima admisible del banco de baterías (similar observación que en la definición de tensión máxima) usualmente del orden del 15% por debajo de la tensión nominal.

Tensión de flotación: Es la tensión a la cual los elementos se mantienen cargadas al 100% de su capacidad.

Tensión de descarga final mínima: Es la tensión final a la que puede llegar cada elemento sin perjuicio de su utilidad a posteriori.

Tensión límite para la recarga (Ur): Tensión de elemento tal que, por debajo de la misma el banco comienza su recarga a corriente constante hasta alcanzar la tensión de ecualización del elemento (casos de recarga a corriente constante y posterior recarga a tensión constante).

5.1.8.3. Características constructivas y dimensiones

El número de vasos de baterías de 2 volts que constituyen el banco de baterías depende de la tensión nominal del banco esta se resume en la siguiente tabla:

Tensión nominal del banco	Nº de vasos
110 Vcd	52
48 Vcd	23

Tabla 1: Dimensiones de un banco de baterías.

La capacidad nominal especificada es a descarga a corriente constante durante 10 h (C10), con tensión final de descarga por vaso de 1.8 Vcc.

Las placas serán de pbca y estarán separadas por un elemento micro poroso que facilite la recombinación de los gases y las carcasas de los vasos serán de ABS

retardante de las llamas, estarán contruidos en forma robusta y resistente a los impactos.

La válvula de los vasos cumplirá la función de alivio de presiones que pudiesen dañar la batería en el caso de carga con tensiones inapropiadas o cortocircuitos. En caso de actuar la válvula, la misma deberá cerrarse inmediatamente luego de su actuación, evitando la salida de electrolito y manteniendo el sellado de la unidad.

5.1.8.4. Conexionado de las baterías

Los bornes de conexión están previstos para la utilización de terminales de ojal fijados mediante bulones que roscarán directamente en los mismos.

Para la conexión de los cables a los terminales se utilizan arandelas planas y cónicas de asegurar una presión de contacto uniforme a lo largo del tiempo y a pesar de los cambios de temperatura. [4]

Para evitar esfuerzos sobre los terminales de las baterías, el conjunto de las baterías se une al cargador de baterías mediante una bornera que es fijada al bastidor. Dicha bornera y la conexión de las baterías a la misma es parte integrante del banco a ser suministrado.

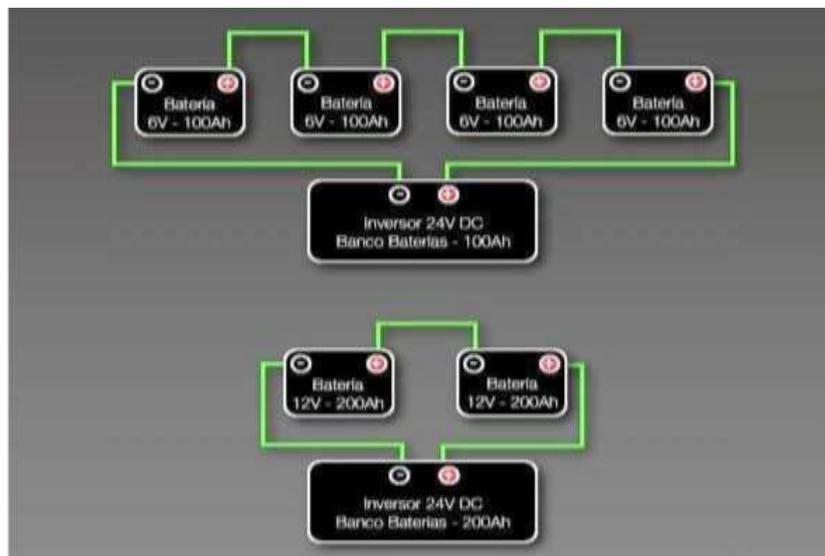


Figura 2: conexionado de las baterías.

5.1.8.5. Bastidor

Las baterías se entregan con un bastidor que soporte el banco y tiene la forma de una estantería, que disminuye el área ocupada por el banco. El bastidor es metálico y está pintado con pintura epoxi resistente al ácido que lo protege en el caso de derrame de electrolito, además posee patas aislantes, de forma tal que se impida la continuidad a tierra en caso de derrame de electrolito.

Para facilitar su transporte y manipulación, el bastidor es desarmable, teniéndose especial cuidado en evitar puntos donde se pueda acumular el ácido y en especial se protege sus borneras. [4]

En las superficies en donde serán apoyadas las baterías, deben preverse una protección plástica que impida que se dañe la pintura del mismo así como la acumulación de ácido y simplifique la limpieza del mismo en dicha eventualidad. El área que puede ocupar el bastidor es de como máximo de 0,3*2 m² y no pueden tener una altura superior a 1,8 m.

5.1.8.6. Tipos de baterías

Las baterías se dividen de dos formas, por su aplicación (para qué son usadas) y por su construcción (como son elaboradas). La mayor aplicación es para uso automotriz, marino, y de ciclo profundo. Las de ciclo profundo incluyen aplicaciones en Energía Solar, Energía de Respaldo, UPS, Energía Portátil y para Vehículos Camperos.

Las baterías que más se construyen son las abiertas, las de Gel y las AGM. Las Baterías AGM (Absorbed Glas Mat) también son denominadas “secas” ya que la capa de fibra de vidrio solo es saturada a un 95% de ácido sulfúrico y no hay exceso de líquido.

5.1.8.7. Vida útil de las baterías

La vida útil de una batería de ciclo profundo está directamente relacionada con el uso que a esta se le dé, como es su mantenimiento y método de recarga, la temperatura y otros factores. En casos extremos, las variaciones podrán ser extremas, y se pueden ver casos de baterías muertas en apenas un año por efectos

de sobrecargas severas, así como también hemos tenido casos de baterías para sistemas de telefonía que han tenido de 5-10 recargas severas y que han durado más de 25 años. Hemos visto baterías de Gel destruidas en un día por sobrecargas usando cargadores de vehículos grandes.

5.1.8.8. Materias de construcción de las baterías

La mayor parte de las baterías “grandes” de uso común son de ácido plomo. (Existen algunas de Níquel Cadmio en uso pero para usos prácticos tienen un costo inicial elevado así como también su costo alto del manejo adecuado como desecho; lo que no justifica su uso).

El ácido es normalmente 30% sulfúrico y 70% agua a carga plena. También están disponibles las baterías Nife o de Níquel-Hierro, que se caracterizan por una larga durabilidad pero poca eficiencia de un 60-70% y los voltajes son diferentes, lo que las hacen una opción no muy viable para usar en sistemas o inversores de 12, 24 o 48 Voltios. El mayor inconveniente con las baterías de Níquel-Hierro es que muchas veces es necesario poner 100 Watts de energía para obtener 70 Watts de carga, lo que las hace mucho menos eficiente que las baterías de ácido plomo. De este modo lo que se obtiene en ahorro de baterías, se paga más caro en paneles adicionales.

Las baterías de NiCad (Níquel Cadmio) también son ineficientes, alrededor de un 65%; y muy costosas; sin embargo, pueden llegar a congelarse sin sufrir daño alguno. Por lo general, todas las baterías AGM pueden soportar congelamiento sin problemas considerando que su potencia de salida será mínima o cero. [4]

5.1.8.9. Ensayos aplicados a baterías según Normas

Las baterías de los bancos de baterías deben someterse a los ensayos establecidos por normas que se detallan a continuación.

5.1.8.9.1. Preparación de las baterías para el test

Las baterías deben ser puestas en servicio de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Las baterías se consideran completamente cargadas cuando, durante la carga a tensión constante recomendada la corriente medida no presenta cambios apreciables durante 2 horas.

5.1.8.9.2. Ensayos de tipo

Deben ajustarse a lo especificado en la Norma IEC 896-2 (1995) y BS 6290 parte 1: 1983 y BS 6290 parte 4, en particular:

- Test de Capacidad.
- Test de endurance a tensión de flotación.
- Test de endurance a los ciclos.
- Test de endurance al stress mecánico.
- Test de retención de carga.
- Test de cortocircuito y resistencia interna.
- Test de inflamabilidad de las partes no metálicas.
- Test de integridad de sellado.
- Test de emisión de gases.

5.1.8.9.3. Ensayos de rutina

Deben ajustarse a lo especificado en la Norma IEC 896-2 (1995) y BS 6290 parte 1: 1983 y BS 6290 parte 4.

5.1.8.9.4. Ensayos de recepción

Deben ajustarse a lo especificado en la Norma IEC 896-2 (1995) y BS 6290 parte 1: 1983 y BS 6290 parte 4.

Los ensayos de recepción se realizarán en fábrica con los representantes que UTE designe a los efectos.

El fabricante dispondrá de todos los equipos y personal técnico calificado para la realización de estos ensayos.

Todo el instrumental de laboratorio y de fábrica utilizado para los ensayos de recepción debe estar calibrado por un instituto oficial o por un laboratorio

independiente de reconocido prestigio. El inspector de UTE puede requerir la presentación de los correspondientes certificados de contraste, cuya fecha de expedición no debe ser anterior a dos años.

Como ensayo de recepción se repiten los ensayos de rutina especificados en la presente Norma, sobre un plan de muestreo simple con un nivel de control normal II y un AQL de 2.5 de acuerdo a la norma IEC 410, con un mínimo de 5 elementos.

En particular se efectúa un ensayo visual e inspección de puentes de interconexión entre celdas y niveles.

Para los bastidores se realiza una verificación de las dimensiones y de la calidad del tratamiento superficial.

5.1.8.10. Condiciones ambientales

La temperatura media anual es de 25°C variando desde -10°C hasta 40°C, el lugar en el que se dispondrán las baterías no posee regulación y/o control de temperatura razón por la cual deben considerarse los rangos de temperatura mencionados a los efectos del diseño constructivo de las baterías y sus celdas o unidades constitutivas.

- Los datos característicos son los siguientes:
- Temperatura máxima del aire 40°C
- Temperatura media diaria máxima: 35°C
- Temperatura mínima del aire: interior - 5°C, intemperie -10°C
- Humedad relativa máxima: 100%
- Altitud inferior a: 1.000 m

Por lo expuesto, debe descartarse el empleo de materiales alterables por la humedad, u otras condiciones ambientales desfavorables.

5.1.9. Cargador de baterías

Un cargador de baterías es un dispositivo utilizado para suministrar la corriente eléctrica o tensión eléctrica que almacenará una o varias (simultáneamente) pilas recargables o una batería. La carga de corriente depende de la tecnología y de la capacidad de la batería a cargar. Por ejemplo, la corriente que debería suministrarse

para una recarga de una batería de auto de 12 V deberá ser muy diferente a la corriente para recargar una batería de teléfono móvil.

Un rectificador es un equipo no necesariamente preparado para todas las necesidades de carga que requiere una batería. En cambio un cargador es un equipo que incluye a un rectificador pero con circuitos adicionales, de automatización y control, especialmente diseñados para adaptarse a la carga de una batería.

Demos un ejemplo para que se entienda mejor esto: un rectificador entrega una tensión fija, como 24, 48 o 110 V de tensión continua. En cambio, un cargador puede entregar una tensión de mantenimiento de 27.2, 54.5 o 125 V y, además, otras tensiones más elevadas para cargar la batería.

5.1.9.1. Tipos de cargadores de batería

Sencillo: Un cargador sencillo trabaja haciendo pasar una corriente continua (o tensión), entre otras, por ejemplo para la tecnología de plomo constante por la batería que va a ser cargada. El cargador sencillo no modifica su corriente de salida basándose en el tiempo de carga de la batería. Esta sencillez facilita que sea un cargador barato, pero también de baja calidad. Este cargador suele tardar bastante en cargar una batería para evitar daños por sobrecarga. Incluso así, una batería que se mantenga mucho tiempo en un cargador sencillo pierde capacidad de carga y puede llegar a quedar inutilizable.

Cargador de mantenimiento: Es un tipo de cargador sencillo que carga la batería muy despacio, a la velocidad de auto descarga; es el tipo de cargador más lento. Una batería puede dejarse en un cargador de este tipo por tiempo indefinido, manteniéndose cargada por completo sin riesgo de sobrecarga o calentamiento.

Está indicado para el mantenimiento de la fuente de energía de sistemas desatendidos, como sistemas de alarma o de iluminación de emergencia.

5.1.9.2. Tablero de control

Gabinete. Son las cajas metálicas que tienen por objeto formar el soporte de los equipos eléctricos de control y protección protegiéndolos del medio ambiente y

evitando el contacto accidental de la persona con las partes energizadas, pueden ser de tipo interior o intemperie.

Finalidad. Agrupar en gabinetes compactos auto soportados, dispositivos de distribución y control de la energía eléctrica en baja tensión, así como elementos para la protección de los conductores y equipos eléctricos de las instalaciones para obtener un medio seguro y eficiente de distribución, control y medición de la energía eléctrica utilizada.

El sistema de control de una subestación es el conjunto de instalaciones en baja tensión necesarias para controlar en forma manual o automática las instalaciones de alta tensión y comprenden lo siguiente:

Dispositivos de mando para la operación del equipo de alta tensión (apertura y cierre de interruptores y cuchillas desconectadoras motorizadas) y el equipo auxiliar necesario para la correcta ejecución de las maniobras (diagrama mímico e indicadores luminosos de posición).

Dispositivos de alarma sonoros y luminosos, que permiten indicar al operador el funcionamiento de una protección por relevadores o de alguna condición anormal en la subestación.

Aparatos registradores como los registradores de eventos y de disturbios, destinados a suministrar información sobre los mismos que afecten a la subestación, la operación de los relevadores e interruptores y a la aparición de condiciones anormales de funcionamiento en el equipo de la subestación.

Los sistemas de control de las subestaciones se pueden clasificar por su localización o por el tipo de operación:

Localización:

- Control local.
- Control remoto.

Operación:

- Control manual.

- Control automático.

5.1.9.3. Tipos de control

Control local: Los sistemas de control local son utilizados por el operador para realizar las maniobras en forma manual del equipo de la subestación, desde el tablero de control localizado en el salón de tableros de la propia subestación.

En subestaciones no telecontroladas solo se tiene control local por lo cual es necesario que permanentemente se encuentre un operador para vigilar el correcto funcionamiento de la subestación y realizar las maniobras que se requieran desde el tablero de control, auxiliándose de los sistemas automáticos de control y protección para ciertos eventos.

Conmutadores: La operación de los diferentes equipos de la subestación se realiza por medio de conmutadores y de acuerdo con la función que vayan a efectuar, pueden ser básicamente los siguientes:

Los conmutadores de control que se utilizan para el control de los interruptores y cuchillas motorizadas.

Los conmutadores para equipos de medición se emplean para la medición de corriente o de tensión de un circuito trifásico, permitiendo utilizar únicamente un amperímetro o un voltímetro según sea el caso.

5.1.9.4. Tipos de señalización

La señalización que se utiliza para el control local de las subestaciones en conjunto con los conmutadores de control para la operación de los interruptores y cuchillas motorizadas.

Luz roja y verde: La luz roja que supervisa al circuito de disparo del interruptor de potencia, se mantiene encendida cuando el interruptor está cerrado. La supervisión del circuito de disparo no es muy confiable debido a que, aun estando el interruptor cerrado, el circuito de disparo se puede abrir al ocurrir una falla del propio circuito por lo que se apaga la lámpara.

El operador puede no percatarse de que tanto la lámpara roja como la verde están apagadas y especialmente en tableros de subestaciones grandes, en donde se localizan gran número de lámparas indicadoras de las cuales más de la mitad se encuentran encendidas.

5.1.9.4.1. Diagrama mímico

Para el control local de una subestación es necesario que el operador pueda darse cuenta del estado que guardan los interruptores de potencia y cuchillas desconectoras de la subestación para poder realizar las maniobras necesarias. Para esto, se utiliza el diagrama mímico que representa sobre el tablero de control el diagrama unifilar de la subestación, cuyas líneas y detalles están formados por listones de acrílico de colores.

Mediante este diagrama el operador se percata, por medio de los indicadores de posición, cuando un interruptor de potencia o cuchilla desconectora está abierto o cerrado. Estos indicadores de posición son los mismos conmutadores de control adaptados al diagrama mímico, los cuales, en el caso de un interruptor o cuchilla cerrada coinciden en dirección con el trazo de la línea, mientras en el caso de interruptor o cuchilla abierta se encuentran en dirección perpendicular con el trazo de la línea. Para la correcta interpretación del diagrama mímico el operador se auxilia de las lámparas de indicación o señalización. Para el caso de las cuchillas no motorizadas, estas se simbolizan en el mímico de la misma forma que en el diagrama unifilar de la subestación, representando a su navaja con un listón de acrílico que permite indicar su posición de abierta o cerrada.

5.1.9.4.2. Cuadro de alarmas

El cuadro de alarmas está localizado en el tablero de control aunque también en subestaciones grandes está montado en una consola, este consiste en un conjunto de señales luminosas y una sonora, que le indican al operador el funcionamiento anormal de uno de los equipos de la subestación. Las alarmas utilizadas en las subestaciones se clasifican en las siguientes:

Alarmas que indican cuando ha operado, para alguno de los elementos de la subestación (líneas de transmisión, bancos de potencia, bancos de capacitores,

etc.), su protección por relevadores. La protección por relevadores de uno de los elementos de la subestación opera cuando ocurre una falla en este, al operar la protección cierra sus contactos, que se encuentran en serie con el circuito de disparo del interruptor que libra la falla, en serie con este circuito se encuentra también un relevador de alarma que se energiza al pasar la corriente de disparo del interruptor y cierra sus contactos activando una alarma sonora, la cual deja de sonar hasta que el operador la restablece manualmente.

Para que el operador se dé cuenta rápidamente en que sección se presentó la falla, se cuenta con un relevador de alarma para cada nivel de tensión de la subestación.

Alarmas que permiten señalar alguna condición anormal en el funcionamiento del equipo. Los transformadores, interruptores y reguladores de tensión cuentan con una serie de dispositivos que indican la presencia de alguna anomalía en el equipo. Estos dispositivos envían una señal hasta el cuadro de alarmas activando a su vez la señal sonora y luminosa correspondiente. Normalmente se tienen para cada equipo las siguientes alarmas:

Alarmas reservadas para determinar la existencia de alguna anomalía en los circuitos de control o en el servicio de estación.

Los circuitos de corriente directa utilizados para el control, así como para otras funciones, se protegen por medio de relevadores que detectan la falla de alimentación de corriente directa y envían una señal de alarma cuando se realiza la apertura del termomagnético o la falla del cable del circuito de alimentación.

5.1.9.4.3. Control remoto

El control remoto es utilizado para operar a una subestación desde un centro de operación, comúnmente se le conoce como telecontrol. En las subestaciones con este tipo de sistema de control, normalmente la operación de su equipo se realiza con el telecontrol y solo en casos de emergencia se operan desde el tablero de control local de la subestación. Las subestaciones se diseñan con sistemas de control remoto con la finalidad de disminuir costos de operación y aumentar la confiabilidad y eficiencia.

Para el telecontrol de las subestaciones de S.T.E. se utiliza el sistema denominado Puesto Central de Control (PDC). Este es un sistema en el cual la información obtenida, a través de la unidad terminal remota, sobre las condiciones de operación de la subestación, es transmitida por los medios de comunicación adecuados a las computadoras, ubicadas en el Puesto Central de Control (PCC).

Esta información es procesada y presentada en las terminales de operación para que los operadores procedan a realizar las instrucciones necesarias, además de la información obtenida, las computadoras interpretan las acciones de control remoto indicadas por el operador, para poder ejecutar maniobras en el equipo de la subestación.

Telecontrol: El operador puede realizar maniobras remotamente desde el centro de control, tales como:

- Apertura y cierre de interruptores.
- Reposición de relevadores auxiliares de disparo de protecciones.
- Bloqueo de cierre de interruptores de enlace de 23 kV.
- Bloqueo individual de recierre.
- Cierre de interruptores con sincronización.

Tele señalización: El operador puede supervisar, por medio de esta función, el estado que guarda el equipo de la subestación como:

- La posición de abierto o cerrado de interruptores y cuchillas.
- Estado de los sistemas automáticos de control.
- Operación de los relevadores de protección debido a fallas en las instalaciones.

Indicación de alguna condición anormal en el equipo de la subestación.

Señalización de las condiciones generales de la subestación, como por ejemplo: bajo voltaje de batería, puerta abierta de la subestación, etc.

Como las alarmas que indican alguna condición anormal en un equipo determinado de la subestación son varias, y no se dispone de la cantidad de puntos

suficientes en la unidad terminal remota para poderlas enviar todas al centro de operación, las alarmas según su trascendencia se clasifican en:

Alarma de emergencia de equipo: es un grupo de alarmas que indican averías que ponen en peligro inmediato a un equipo determinado, por lo que deben ser atendidas lo más rápido posible.

Alarma de alerta de equipo: es un conjunto de alarmas que indican situaciones anormales que no presentan un peligro inminente al equipo y que permiten disponer de un tiempo suficiente para corregir la falla.

Tele medición: el operador puede obtener desde el centro de operación la medición de las magnitudes eléctricas de las líneas de transmisión, de los bancos de potencia, de los alimentadores de distribución, etcétera. Por medio de transductores, las señales de medición analógicas se convierten en señales digitales o binarias antes de ser enviadas tanto a la unidad terminal remota como al equipo de medición del tablero miniaturizado.

5.1.10. Fuentes alternativas

Una energía alternativa, o más precisamente una fuente de energía alternativa es aquella que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación.

El consumo de energía es uno de los grandes medidores del progreso y bienestar de una sociedad. El concepto de "crisis energética" aparece cuando las fuentes de energía de las que se abastece la sociedad se agotan. Un modelo económico como el actual, cuyo funcionamiento depende de un continuo crecimiento, exige también una demanda igualmente creciente de energía. Puesto que las fuentes de energía fósil y nuclear son finitas, es inevitable que en un determinado momento la demanda no pueda ser abastecida y todo el sistema colapse, salvo que se descubran y desarrollen otros nuevos métodos para obtener energía: éstas serían las energías alternativas.

Por otra parte, el empleo de las fuentes de energía actuales tales como el petróleo, gas natural o carbón acarrea consigo problemas como la progresiva contaminación, o el aumento de los gases invernadero.

5.1.11. Grupo Generador de Emergencia

Son comúnmente utilizados cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica de algún lugar, o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico. Así mismo, la legislación de los diferentes países puede obligar a instalar un grupo electrógeno en lugares en los que haya grandes densidades de personas, como hospitales, centro de datos, centros comerciales, restaurantes, cárceles, edificios administrativos, etc.

Una de las utilidades más comunes es la de generar electricidad en aquellos lugares donde no hay suministro eléctrico. Generalmente son zonas apartadas con pocas infraestructuras y muy poco habitadas. Otro caso sería en locales de pública concurrencia: hospitales, fábricas, etc., lugares en los que la energía eléctrica de red es insuficiente y es necesaria otra fuente de energía alterna para abastecerse.

5.1.11.1. Descripción general

Los grupos electrógenos están destinados a una gran variedad de empleos, desempeñando la función de proveedor de energía de reserva, suplementaria o de emergencia, para diversas instalaciones de servicios auxiliares (esenciales y no esenciales), alumbrado de emergencia (de seguridad, de escape o de reserva), bancos, estadios deportivos, plantas industriales, hospitales, etc., como así también en viviendas rurales aisladas de la red pública de suministro eléctrico.

Estas instalaciones presentan una diversidad de exigencias en cuanto a la escala de las potencias involucradas, a la curva de carga, al retardo admisible en la incorporación del suministro, a la duración del mismo y a su confiabilidad; dando lugar a una gran cantidad de modelos que combinan múltiples tecnologías.

Los grupos electrógenos básicamente están formados por un conjunto integrado que contiene un motor térmico primario (turbina de gas, motor Otto o Diésel), un generador eléctrico (generalmente de corriente alterna) acoplado al eje del mismo y los correspondientes elementos auxiliares y sistemas complementarios, como los

distintos indicadores de estado, tableros de maniobra, tanques, radiadores, circuitos de lubricación, combustible, agua y eventualmente aire comprimido; excitatrices, cargadores de baterías, equipos de control de tensión y frecuencia, automatismos de transferencia, protecciones contra sobrecargas, cortocircuitos, etcétera.

En los grupos más modernos, también se disponen microprocesadores, rutinas de autodiagnóstico, sistemas de comunicación de datos, contactos libres de tensión, etcétera. Esto brinda una mayor flexibilidad operativa y permite realizar un control remoto del grupo.

La potencia nominal del grupo electrógeno a seleccionar resulta de la suma de las potencias absorbidas por los receptores a alimentar durante la falta de energía de red, multiplicada por un factor de simultaneidad y previendo un futuro aumento del consumo. Según sea el consumo total de las cargas y la extensión geográfica de la instalación, los grupos electrógenos pueden elegirse para entregar energía en baja o media tensión, con o sin transformador intermedio.

5.1.11.1.1. Arranque manual o automático

El arranque manual se produce a voluntad, esto quiere decir que cuando se necesita disponer de la electricidad generada por el grupo electrógeno se lo arranque de forma manual. Generalmente el accionamiento de arranque se suele realizar mediante una llave de contacto o pulsador de arranque de una centralita electrónica con todas las funciones de vigilancia. Cuando se produzca un calentamiento del motor, cuando falte combustible o cuando la presión de aceite del motor sea muy baja, la centralita lo detectará parando el motor automáticamente.

Existen centrales automáticas que funcionan tanto en modo manual o automático; estas centralitas o cuadros electrónicos detectan un fallo en la red de suministro eléctrico, obligando el arranque inmediato del grupo electrógeno. Normalmente en los grupos automáticos se instalan cajas predispuestas que contienen básicamente un relé de paro y otro de arranque, además de tener instalados en el conector todos los sensores de alarma y reloj de los que disponga el grupo electrógeno. Instalado aparte un cuadro automático en el que van instalados los accionamientos de cambio de red al grupo electrógeno.

5.1.11.1.2. Energía solar

La energía solar es una fuente de vida y origen de la mayoría de las demás formas de energía en la Tierra. Cada año la radiación solar aporta a la Tierra la energía equivalente a varios miles de veces la cantidad de energía que consume la humanidad. Recogiendo de forma adecuada la radiación solar, esta puede transformarse en otras formas de energía como energía térmica o energía eléctrica utilizando paneles solares.

Mediante colectores solares, la energía solar puede transformarse en energía térmica, y utilizando paneles fotovoltaicos la energía lumínica puede transformarse en energía eléctrica. Ambos procesos nada tienen que ver entre sí en cuanto a su tecnología. Así mismo, en las centrales térmicas solares se utiliza la energía térmica de los colectores solares para generar electricidad.

Se distinguen dos componentes en la radiación solar: la radiación directa y la radiación difusa. La radiación directa es la que llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias. La difusa es la emitida por la bóveda celeste diurna gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en la atmósfera, en las nubes, y el resto de elementos atmosféricos y terrestres. La radiación directa puede reflejarse y concentrarse para su utilización, mientras que no es posible concentrar la luz difusa que proviene de todas direcciones. Sin embargo, tanto la radiación directa como la radiación difusa son aprovechables.

Se puede diferenciar entre receptores activos y pasivos en que los primeros utilizan mecanismos para orientar el sistema receptor hacia el Sol -llamados seguidores- y captar mejor la radiación directa.

5.1.11.1.3. Paneles solares

Un panel solar o módulo solar es un dispositivo que capta la energía de la radiación solar para su aprovechamiento. El término comprende a los colectores solares, utilizados usualmente para producir agua caliente doméstica mediante energía solar térmica, y a los paneles fotovoltaicos, utilizados para generar electricidad mediante energía solar fotovoltaica. [5]

Los paneles fotovoltaicos: están formados por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad. Las celdas a veces son llamadas células fotovoltaicas. Estas celdas dependen del efecto fotovoltaico por el que la energía lumínica produce cargas positiva y negativa en dos semiconductores próximos de diferente tipo, produciendo así un campo eléctrico capaz de generar una corriente.

Los materiales para celdas solares suelen ser silicio cristalino o arseniuro de galio. Los cristales de arseniuro de galio se fabrican especialmente para uso fotovoltaico, mientras que los cristales de silicio están disponibles en lingotes normalizados, más baratos, producidos principalmente para el consumo de la industria microelectrónica. El silicio policristalino tiene una menor eficacia de conversión, pero también menor coste. [5]

5.1.11.1.4. Principio de funcionamiento

Se define como la conversión de la radiación solar en electricidad, mediante materiales semiconductores que tienen la propiedad de absorber fotones y emitir electrones. La materia está compuesta por átomos, los cuales se encuentran conformados por dos partes que son los electrones y el núcleo con carga eléctrica negativa y positiva respectivamente, formando de esta manera un conjunto estable y eléctricamente neutro. En el momento en que los fotones de la radiación solar inciden sobre un material semiconductor, los enlaces entre los electrones de valencia y su núcleo se rompen, quedando libres para circular por el semiconductor.

5.1.11.1.5. Estructura

Las estructuras para anclar los paneles solares son generalmente de aluminio con tornillería de acero inoxidable para asegurar una máxima ligereza y una mayor durabilidad en el tiempo. Las estructuras tienen medidas estándar para la superficie, orientación e inclinación tanto en horizontal, como en vertical. [5]

La estructura suele estar compuesta de ángulos de aluminio, carril de fijación, triángulo, tornillos de anclaje (triángulo-ángulo), tornillo allen (generalmente de tuerca cuadrada, para la fijación del módulo) y pinza zeta para la fijación del módulo y cuyas dimensiones dependen del espesor del módulo.

5.1.11.1.6. Ventajas del uso

La utilización de paneles solares puede traer consigo numerosos beneficios. En primer lugar cabe señalar que se trata de un modo sumamente eficiente de producir electricidad, que puede ser empleada mediante las aplicaciones más numerosas.

Una familia que cuenta con paneles solares puede vivir en una casa que no sea abastecida por la red principal de servicios, razón por la cual estos mecanismos resultan excelentes alternativas de suministro energético para viviendas que se encuentran alejadas de los núcleos urbanos. No obstante, en la actualidad prácticamente cualquier individuo puede incorporar un panel solar en su casa, más que nada porque ya no se requieren de gastos excesivos para instalarlos.

Una de las ventajas más importantes del uso de los paneles solares, es que se constituyen como sistemas de abastecimiento potencialmente menos costosos que los convencionales. Además de esto, los paneles tienen la capacidad de suministrar energía por aproximadamente treinta años, siempre y cuando sean mantenidos en las condiciones adecuadas.

Otro beneficio tiene que ver con el medio ambiente, ya que la utilización de energía solar se caracteriza por ser amigable con el planeta. Se trata de una fuente de energía renovable y limpia, por lo que en los últimos años se ha fomentado su uso en gran medida.

Asimismo, no contaminan, no perjudican la calidad ni del suelo ni del aire, su utilización permite disminuir la emanación de gases de efecto invernadero, evita la contaminación acústica, aporta al desarrollo sostenible y permite aprovechar la energía en áreas donde el tendido eléctrico no llega. [5]

Otro provecho que se puede sacar del uso de los paneles solares tiene que ver con la cuestión monetaria, la cual no es menor en lo absoluto. Lo único que hay que pagar de este sistema de energía renovable son los costes de instalación inicial.

5.2. Definición de Términos Básicos

Fallas: Defecto en el aislamiento o conductividad de cualquier componente o mecanismo de un circuito eléctrico, que provoca la interrupción de la corriente. También llamada fuga de corriente, pérdida de corriente.

Servicios auxiliares: Es el conjunto de elementos destinados a cubrir los requerimientos de alimentación en corriente alterna (CA) y corriente continua (CC) de los sistemas de iluminación, de los tomacorrientes y de la fuerza motriz y los sistemas de control, protecciones y comunicaciones de la estación transformadora.

Alimentación continúa: Suministro permanente de energía eléctrica a los sistemas de protección y mando en Estaciones y Subestaciones.

Consumo: Es la cantidad de suministro que ha utilizado el cliente durante un periodo de facturación y es el mayor condicionante a la hora de que el recibo sea más o menos económico.

Barra: Es un elemento de una subestación, en la que se recibe o desde la cual se distribuye la energía eléctrica; pueden ser de varios niveles de voltaje: 500 kv, 220 kv, 66 kv o 23 Kv.

Cobertura continúa: Es el acto de la vigilancia permanente de operadores dentro de una subestación eléctrica.

Operadores: Es la persona encargada de realizar maniobras u operación de equipos eléctricos que se encuentran al interior de una subestación eléctrica, es el encargado de operar todos los equipos existentes en una subestación.

6. Métodos y técnicas a utilizar

6.1. Tipo de Investigación

Este trabajo de investigación es de carácter tipo descriptivo porque busca determinar las características de las fuentes de alimentación de protección y mando de los equipos en las Estaciones y Subestaciones (componentes y sus combinaciones). De enfoque cuali-cuantitativa porque se trata de determinar la frecuencia de fallas y exponer sus características. De diseño no experimental porque no se manipulan deliberadamente variables del fenómeno en estudio.

6.2. Técnicas e instrumentos de recolección de Datos

Se utilizara la técnica de revisión documental de los archivos obrantes en Estaciones y Subestaciones del Sistema Centro de la ANDE. También se realizaran entrevistas no estructuradas con los técnicos e Ingenieros encargados del área. Y se realizaran análisis estadísticos mediante la utilización de software informáticos para evaluar los datos obtenidos. Los diferentes esquemas se consultaran en catálogos de nuevas tecnologías sobre fuentes de alimentación en 110 Vcc, consulta con proveedores, investigación bibliográfica en páginas web y software de simulación, tales como el Cade Simu y PowerWorld.

6.3. Fases metodológicas

Se desarrollaran las siguientes fases metodológicas para encarar el logro de los objetivos perseguidos con este anteproyecto:

- **Fase I: Recolección de datos y análisis estadísticos.**

Recolección de datos de la zona de muestra.

En primera instancia se revisara los archivos obrantes sobre fallas de rectificadores y banco de baterías de todas las unidades operativas (Estaciones y Subestaciones) que son recibidos, analizados y archivados en la oficina de reclamos del Departamento de Transmisión Centro. El instrumento de registro de datos de fallas se asentara en planillas preparadas para el efecto.

Levantamiento de datos de los equipos en servicios.

Visitas in situ en los 13 locales para recabar datos de disposición de las baterías, años en servicio, autonomía de las baterías, tipo de rectificadores, sistema de cobertura y vigilancia de operadores, como también la disponibilidad del generador de emergencia, características y tipos de suministro de combustible. Los datos obtenidos serán asentados en planillas preparadas para el efecto.

Análisis estadísticos de los datos levantados.

Se determinara la frecuencia de ocurrencia de las fallas, predominancia de las fallas, frecuencia de simultaneidad de fallas, cobertura de operadores, tiempo medio de respuestas para la reparación de las fallas, comparación de autonomía de los banco de batería y tiempo de no vigilancia en las estaciones.

- **Fase II: Identificación de combinaciones posibles de las fuentes de alimentación.**

En esta fase se identificara modelos de alimentación de sistemas de protección y mando de las Estaciones y Subestaciones como también se describirá por componentes cada una de las alternativas de tal forma a determinar las ventajas y desventajas de todas las combinaciones posibles. Este proceso de reconocimiento se realizara mediante consultas con proveedores, investigación bibliográfica en páginas web, según la disponibilidad con que se cuenta en el mercado.

- **Fase III: Comparación de combinaciones de fuentes, como alternativas, de alimentación de los sistemas de protección y mando de las Estaciones y Subestaciones y sus costos.**

En esta etapa se analizaran y compararan las características de cada combinación de fuentes identificadas como ser; la potencia, vida útil, tiempo de autonomía, capacidad de carga, eficiencia, como también sus costos. Por medio de consultas con proveedores, revisión de catálogos e investigaciones bibliográficas en páginas web de tal forma a establecer la mejor combinación de fuente, como alternativa, de alimentación de los sistemas de protección y mando de las Estaciones y Subestaciones.

- **Fase IV: Esquematización del circuito de combinación de fuentes de alimentación más conveniente encontrada.**

En este tramo se elaboraran circuitos de los elementos que se combinaran como fuente de alimentación más eficiente de los sistemas de protección y mando de las Estaciones y Subestaciones. Tomando en consideración las especificaciones de los elementos que integran este circuito. Y para tal efecto se utilizaran el software Cade Simu y PowerWorld.

- **Fase V: Diseño de la alternativa técnica y económicamente más viable.**

Finalmente, identificada y evaluada los modelos de funcionamiento de cada una de las alternativas encontradas, se diseñara la mejor alternativa técnica y económicamente más viable de fuente complementaria o combinación con otras fuentes de suministro de energía, para fuentes de alimentación de los sistemas de protección y mando de las Estaciones y Subestaciones.

7. Recursos Necesarios para elaboración del proyecto

- Recursos Humanos
 - Responsable del proyecto. Alumno de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la UNCA. Carrera de Ingeniería en Electricidad.
 - Ingeniero tutor del proyecto final de grado.
 - Funcionarios técnicos e Ingenieros del Departamento de Proyecto – Sistema de Control y Protección de la ANDE.
 - Personal de atención al cliente de proveedores.
 - Operadores de Estaciones y Subestaciones.

- Recursos Materiales
 - Cámara fotográfica y filmadora (propio).
 - Computadora (propio).
 - Impresora (propio).
 - Cartucho para impresora.
 - Papel.
 - Transporte (combustible y pasaje).
 - Materiales de oficina.
 - Libros.

- Recursos Financieros

El presente proyecto será autofinanciado, es decir, será remunerado por el responsable del proyecto. A continuación se presenta un cuadro de presupuesto.

Presupuesto para recursos materiales en Gs				
Materiales	Cantidad	Meses	Costo Unit.	Costo Total
Cartucho	1	5	120.000	120.000
Resma hoja A4	1	5	25.000	25.000
Transporte	14	5	200.000	2.800.000
Materiales de ofc.		5	70.000	90.000
internet		5	150.000	150.000
Libros	1	5	100.000	100.000
Subtotal				3.285.000
Imprevisto 10%				326.500
TOTAL				3.611.500

8. Cronograma de Actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																				
MES	sept-17		oct-17				nov-17				dic-17				ene-17				feb-18	
SEMANA	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
ACTIVIDAD																				
REVISION BIBLIOGRAFICA	■	■																		
REDACCION MARCO TEORICO		■	■	■	■	■														
RECOLECCION DE DATOS			■	■	■	■	■	■												
REVISION DE ARCHIVOS OBRANTES SOBRE FALLAS				■	■	■														
VISITA DE LOCALES			■	■	■	■														
ANALISIS ESTADISTICO DE LOS DATOS LEVANTADOS							■	■												
MODELOS DE ALIMENTACION									■	■										
IDENTIFICACION Y DESCRIPCION DE MODELOS DE ALIMENTACION DISPONIBLES EN EL MERCADO									■	■										
DETERMINACION DE LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS									■	■										
COMPARACION DE COMBINACIONES DE FUENTES IDENTIFICADAS									■	■	■	■								
CONSUTA A PROVEEDORES									■	■	■	■	■							
EVALUACION ECONOMICA												■	■							
ESQUEMATIZACION DEL CIRCUITO DE FUENTE SELECCIONADA													■	■						
ELABORACION DEL CIRCUITO													■	■						
SIMULACION DEL CIRCUITO EN SOFTWARE													■	■						
DISEÑO DE LA FUENTE DE ALIMENTACION														■	■	■				
EVALUACION TECNICO ECONOMICO														■	■					
DISEÑO DE LA FUENTE DE ALIMENTACION SEGURA Y EFICIENTE														■	■					
ELABORACION Y PRESENTACION EN BORRADOR DEL INFORME FINAL PFG															■	■				
REVISION Y CORRECCION																■	■			
ELABORACION DEL INFORME FINAL PFG																	■	■	■	
PRESENTACION Y DEFENSA PFG																			■	■

9. Bibliografía

- [1] Nestor Gonzalez Lecona, Alfonso Ochoa Rposales, Operacion y Mantenimiento de una Subestacion de Rectificación en el sistema de transporte electrico., México, Marzo 2015.
- [2] Fulgencio Arnulfo Alonso, Operacion y Mantenimiento de Equipo Primario en Subestaciones Electricas convencionales tipo Industrial, México, 2012.
- [3] hc energia, «www.edphcenergia.es,» Servicios Auxiliares de Subestaciones, 17 Septiembre 2013. [En línea]. Available: <http://www.edphcenergia.es/recursosedp/doc/distribucion-luz/20130917/subestaciones-y-centros-d/servicios-auxiliares-de-subestaciones.pdf>. [Último acceso: 05 Mayo 2017].
- [4] UTE, «www.ute.com.uy,» Banco de Baterias Estacionarias Secundarias, 05 Octubre 1998.[En línea]. Available: <http://www.ute.com.uy/empresa/lineas/distribucion/normalizacion/docs/et52013.pdf>. [Último acceso: 05 Mayo 2017].
- [5] EPIA, «www.epia.org,» Global Market Outlook for Photovoltaics 2014-2018, 14 Julio 2014.[En línea]. Available: http://www.epia.org/fileadmin/user_upload/Publications/EPIA_Global_Market_Outlook_for_Photovoltaics_2014-2018_-_Medium_Res.pdf. [Último acceso: 22 Mayo 2017].

10. Anexos

Anexo 1: Reclamos recibidos por fallas - Resultados Estadísticos.

DEPARTAMENTO DE RECLAMOS ZONA CENTRO						
PERIODO	LOCALIDAD	GENERADOR	RECTIFICADORES			B. DE BATERIAS
			110 Vcc MyP	48 Vcc Com.	12 Vcc Com	
80% DEL 2015	ES-ABA		1			
	ES-VAQ		1			
	ES-CYO					1
	ES-PPE	2				
	ES-SES		2			
	ES-COV	1				1
SUB-TOTAL		3	4			2
2016	ES-PPE	2		1		
	ES-SES			2		
	SE-VIL		1		1	
	ES-VAQ		2			
	SE-SPN		1			
	ES-CYO	1	1			
	ES-COV	1				
ES-CZU			1			
SUB-TOTAL		4	6	3	1	
2017 5 MESES	ES-ABA			1		
	ES-CZU		1	1		
	ES-CZA			1		
	ES-PPE					1
SUB-TOTAL			1	3		1
TOTAL		7	11	6	1	3



Fuente: Departamento de Transmisión Centro
Departamento de Reclamos – ES-COV